

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-30784

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月2日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	F I
G 0 2 F 1/1343		G 0 2 F 1/1343
1/136	5 0 0	1/136 5 0 0

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-186430

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月11日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 荒谷 介和

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 ハーゲン クラウスマン

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 内海 夕香

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 高橋 明夫 (外1名)

最終頁に続く

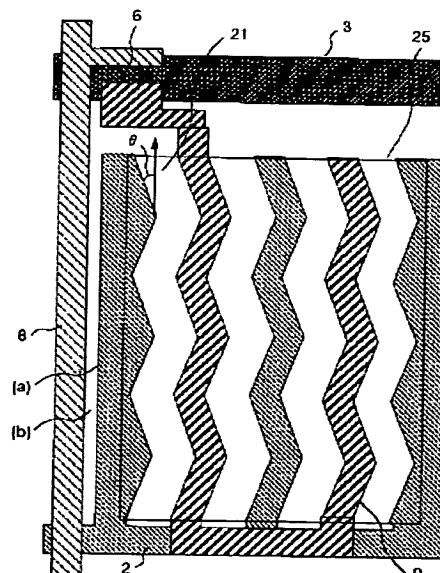
(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 高開口率のマルチドメイン横電界方式の液晶表示装置を提供にある。

【解決手段】 一对の基板と、該基板間に挟持された液晶層を有し、前記基板の少なくとも一方には、基板にほぼ平行な電界を液晶層に印加する複数の電極と、該電極の少なくとも一つを保護する保護膜と、該保護膜または電極上に形成された配向膜を有する液晶表示装置において、前記電極が基板面上で折れ曲がった構造を有し、かつ、その折れ曲がりの数が1画素内で3～11である液晶表示装置。

図 1



2...共通電極 3...定電信号電極 6...非品質Si膜 9...映像信号電極
8...保護膜 21...ラビング方向 25...開口部

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一对の基板と、該基板間に挟持された液晶層を有し、前記基板の少なくとも一方には、基板にほぼ平行な電界を液晶層に印加する複数の電極と、該電極の少なくとも一つを保護する保護膜と、該保護膜または電極上に形成された配向膜を有する液晶表示装置において、前記電極が基板面上で折れ曲がった構造を有し、かつ、その折れ曲がりの数が 1 画素内で 3～11 であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】 直線状に形成され映像信号電極と、該映像信号電極に最も隣合う前記折れ曲がった電極は、映像信号電極側のみが直線状になるよう形成されている請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 3】 前記折れ曲がった電極は、その折れ曲がり部において、その角度が異なる部分を 2 つ以上設け段階的に折れ曲がっている電極を備えた請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 4】 一对の基板と、該基板間に挟持された液晶層を有し、前記基板の少なくとも一方には、基板にほぼ平行な電界を液晶層に印加する複数の電極と、該電極の少なくとも一つを保護する保護膜と、該保護膜または電極上に形成された配向膜を有する液晶表示装置において、

青、緑、赤の画素を有し、前記青の画素におけるピーク透過率波長が 450～500 nm、緑の画素におけるピーク透過率波長が 540～560 nm、赤の画素におけるピーク透過率波長が 540～600 nm となるよう液晶層の厚さが形成され、各画素の電極は基板面上で折れ曲がった構造を有し、かつ、その折れ曲がりの数が 1 画素内で 3～11 で、前記青の画素における電極の折れ曲がり角度は、前記緑の画素の電極の折れ曲がり角度よりも小さくなるよう形成されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 5】 液晶層の厚さと液晶の屈折率異方性の積で表わされるリターデーションが、青の画素では 450～500 nm の概ね 1/2、緑の画素では 540～560 nm の概ね 1/2、赤の画素では 540～600 nm の概ね 1/2 となるよう構成されている請求項 4 に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は液晶表示装置に係り、基板面にほぼ平行な方向に電界を印加して液晶を駆動する液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の液晶表示装置においては、液晶層を駆動する電極は 2 枚の基板上にそれぞれ形成され、対向配置された透明電極を用いていた。これは液晶に印加する電界の方向を基板面にほぼ垂直な方向とすることで

動作するツイステッドネマチック表示方式に代表される。

【0003】 一方、液晶に印加する電界の方向を基板面にほぼ平行にする方式として櫛歯電極対を用いた方式が、例えば、特公昭 63-21907 号、USP 4,345,249 号、WO 91/10936 号、特開平 6-222397 号および特開平 6-160878 号等により提案されている。

【0004】 この場合には電極は必ずしも透明である必要は無く、導電性の高い不透明な金属電極が用いられる。この液晶に印加する電界の方向を基板面にほぼ平行な方向とする表示方式（以下、横電界方式と云う）について、折れ曲がった電極を用いてマルチドメインを形成し、表示面に対し斜め方向から見た場合の色調変化や階調反転をなくす方法については、S. Aratani et al. Jpn. J. Appl. Phys. 36 (1A/B) L27-29 (1997) に記載されている。

【0005】 しかしながら、このような折れ曲がった電極を用いた場合の高開口率を得る方法については言及されていない。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 上記のように折れ曲がった電極を用いて単純に画素を形成すると、画素そのものが折れ曲がった構造になる。そのために、直線を表示した場合に、微小な画素の折れ曲がりが見えて、表示品質を低下させると云う問題がある。

【0007】 そこで、画素は長方形のままとし、電極のみ折れ曲がったものを使用して、マルチドメインを形成することを考えた。実際にそのように設計すると、画素の左右両端にある直線上の映像信号電極の間に、折れ曲がった共通電極および画素電極を配置することになる。その場合、遮光しなければならない映像信号電極と隣接する共通電極（あるいは画素電極）の間の領域が増えるので、開口率が大幅に低下してしまうと云う問題が生じた。

【0008】 本発明の目的は、上記のこうした課題を解決し、高開口率のマルチドメイン横電界方式の液晶表示装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】 長方形の画素で電極のみ折れ曲がったものを用いた場合、開口率を低下させる要因として、下記の 3 点が挙げられる。

【0010】 映像信号電極とそれに隣接する電極との間に挟まれた領域が広がる。

【0011】 映像信号電極に隣接する電極の幅が広い。

【0012】 電極の折れ曲がった個所に生ずるディスクリネーション（液晶が動かない領域）により光が透過しない部分が生ずる。

【0013】 上記を解決する本発明の要旨は次のとおり

である。

【0014】(1) 一対の基板と、該基板間に挟持された液晶層を有し、前記基板の少なくとも一方には、基板にほぼ平行な電界を液晶層に印加する複数の電極と、該電極の少なくとも一つを保護する保護膜と、該保護膜または電極上に形成された配向膜を有する液晶表示装置において、前記電極が基板上で折れ曲がった構造を有し、かつ、その折れ曲がりの数が1画素内で3~11であることを特徴とする液晶表示装置。

【0015】(2) 直線状に形成され映像信号電極と、該映像信号電極に最も隣合う前記折れ曲がった電極は、映像信号電極側のみが直線状になるよう形成されている前記の液晶表示装置。

【0016】(3) 前記折れ曲がった電極は、その折れ曲がり部において、その角度が異なる部分を2つ以上設け段階的に折れ曲がっている電極を備えた前記の液晶表示装置。

【0017】前記の領域を低減するには折れ曲がった電極の曲げる数を増やすことが有効である。電極の折れ曲がり角度が同じ場合折れ曲がりの数を増やすと、直線状の映像信号電極との間の領域が小さくなる。

【0018】実際には折れ曲がり数が3個以上になると急激に前記の領域が小さくなり高開口率が得られる。しかし、逆に折れ曲がり数が増えると前記のディスクリネーションによる光の透過しない領域が増え、開口率が低下してしまう。

【0019】開口率の下限は、ISO9243で定められており30%以上でないといけないとされている。上記規格を満足するには折れ曲がり数は3~11がよい。

$$T = T_0 \cdot \sin^2 2\phi \cdot \sin^2 [(\pi \cdot d \cdot \Delta n) / \lambda] \quad \dots [1]$$

ここで、 T_0 は係数で、主として液晶パネルに使用される偏光板の透過率で決まる数値、 ϕ は液晶層の実効的な光軸と偏光透過軸のなす角度、 d は液晶層の厚さ、 Δn は液晶の屈折率異方性、 λ は光の波長を表す。

【0026】〔1〕式から分かるように、 $d \cdot \Delta n / \lambda$ が1/2の整数倍になると透過率が最も大きくなる。通常この値が概ね1/2となるように設定して十分な透過率を得るようにする。しかしながら、通常用いられる青、緑、赤の画素を用いた液晶表示装置では、それぞれの画素を最終的に透過する光の波長が異なる。従って、

$$E_c = \pi / d \cdot \sqrt{K_2 / (\epsilon_0 \cdot \Delta \epsilon)} \quad \dots [2]$$

ここで、 d は液晶層の厚さ、 K_2 は液晶のツイストの弾性定数、 ϵ_0 は真空の誘電率、 $\Delta \epsilon$ は液晶の誘電率の異方性を示す。

【0029】上記〔2〕式から分かるように、液晶層の厚さ d が小さくなるとしきい値電圧は大きくなり、いわゆる駆動電圧が大きくなる。従って、各色の画素の透過率をそれぞれ最大にしようと液晶層の厚さ d を変えると、それぞれの画素の駆動電圧が変化してしまうと云う問題が生じる。

【0020】映像信号電極と最も隣合う折れ曲がった電極の映像信号電極側を直線状に形成(図1(a))すると、映像信号電極8との間の光が漏れる領域(図1(b))をさらに小さくできる。この領域が小さくなればその部分を遮光するブラックマトリクスの大きさを小さくでき、実質的に開口率を大きくすることができる。

【0021】一画素内の両端の電極の折り曲げを2段階(図6の θ_1 と θ_2)以上にする。特に、前記の映像信号電極8に隣接する電極ではその幅を小さくできる。これにより開口率を大きくすることができる。

【0022】また、輝度を上げるためには開口率を上げるだけでなく、下記により全体の光透過率を大きくして、輝度向上を図ることができる。

【0023】(4) 青、緑、赤の画素を有し、前記青の画素におけるピーク透過率波長が450~500nm、緑の画素におけるピーク透過率波長が540~560nm、赤の画素におけるピーク透過率波長が540~600nmとなるよう液晶層の厚さが形成され、各画素の電極は基板上で折れ曲がった構造を有し、かつ、その折れ曲がりの数が1画素内で3~11で、前記青の画素における電極の折れ曲がり角度は、前記緑の画素の電極の折れ曲がり角度よりも小さくなるよう形成されていることを特徴とする液晶表示装置。

【0024】横電界方式はいわゆる複屈折モードを用いているためその透過率 T は、一般に〔1〕式で表すことができる。

【0025】

【数1】

$d \cdot \Delta n / \lambda \approx 1/2$ になる d は、各画素で異なってしまう。そのため、青、緑、赤のそれぞれの画素の光の透過率を最大にするためには、それぞれの画素の液晶層の厚さ d を変える必要がある。しかし、横電界方式の場合、液晶層の厚さ d を変えると駆動電圧がそれぞれ変わってしまう。

【0027】横電界方式の液晶表示装置のしきい値電圧 E_c は〔2〕式で表される。

【0028】

【数2】

【0030】折れ曲がった電極を用いたマルチドメイン横電界方式の場合には、折れ曲がり角度をそれぞれ変えることにより駆動電圧を変えることができるため、この問題を解決することができる。即ち、液晶層の厚さが小さい画素では折れ曲がり角度を小さくし、液晶層の厚さが大きい画素では折れ曲がり角度を大きくすることにより、それぞれの画素の駆動電圧を等しくできる。

【0031】

【発明の実施の形態】

〔実施例 1〕図1は本発明の電極を形成した液晶表示素子の単位画素の模式図である。また、図2は図1の液晶表示素子の模式断面図である。

【0032】ガラス基板1上にA1からなる共通電極2および走査信号電極3が形成され、さらにその表面はアルミナ膜4で被覆されている。また、それらの電極の上にSiNからなるゲート絶縁膜5が形成され、さらにその上に非晶質Si(a-Si)膜6、n型a-Si膜7、Al/Crからなる映像信号電極8および画素電極9からなるTFT(Thin Film Transistor)が形成されている。

【0033】さらにその上層には、SiNからなる保護膜10が形成され、さらにその上層には配向膜11が形成されている。

【0034】共通電極2は走査信号電極3と平行に配置されている。また、画素の開口部25は、共通電極2および画素電極9によって4分割されている。また、画素電極9は共通電極2と一部重なり合い、保持容量を形成している。画素ピッチは横方向が $100\mu\text{m}$ 、縦方向が $300\mu\text{m}$ であり、開口部の大きさは $77\mu\text{m} \times 235\mu\text{m}$ である。

【0035】また、開口部25内の電極の幅はいずれも $6\mu\text{m}$ である。開口部25の大きさは、共通電極2と映像信号電極8の間の光漏れが、上下基板の合わせ位置が左右に $5.5\mu\text{m}$ ずれても、正面から見えないよう決定した。

【0036】本実施例の特徴は、図1に示すように共通電極2および画素電極9がそれぞれ折れ曲がっており、折れ曲がり数が5である。また、共通電極2の映像信号電極8に隣接する側は直線状に形成されている。界面での液晶を配向させるためのラビング方向21と、電極2、9とがなす角度、即ち、折れ曲がり角 θ はいずれの電極においても等しく、本実施例ではその角 θ は15度とした。

【0037】また、折れ曲がり数(開口部内の折れ曲がり部の数)を3以上にすると、画素が4分割でもかなりの開口率を得ることができる。図1のように折れ曲がり数5の場合は、その開口率は32.5%である。

【0038】折れ曲がり角 θ で折れ曲がり数が1であると映像信号電極8に隣接する共通電極2が非常に大きく、開口率が著しく小さくなるのが図1から容易に推測できよう。この場合の開口率は20.5%である、このように折れ曲がり数を3以上とすることにより、開口率を向上することができる。

【0039】なお、折れ曲がり数は奇数の方が望ましい。電極を図1のように折り曲げることによるマルチドメインの形成は、横電界方式の色調変化低減を目的としている。電極を折り曲げることにより、液晶の向きが反対称的なドメインをそれぞれ同数形成し、それぞれの色調変化を補償し合うことになり色調変化を低減する。折

れ曲がり数が偶数の場合には、液晶の向きが反対称的なドメインの数が同数とならないため、マルチドメイン形成による色調変化の低減効果が小さくなってしまう。従って、折れ曲がり数は奇数である方が望ましい。

【0040】実際の折れ曲がり角 θ は、開口率の点からは小さいことが望ましいが、あまり小さいとディスクリネーションが発生する。また、折れ曲がり角 θ が小さいと応答速度が急激に遅くなる。従って、2~30度、望ましくは5~30度の範囲がよい。

10 【0041】〔実施例 2〕図3は本発明の電極を形成した他の実施例の液晶表示素子の単位画素の模式図である。本実施例では共通電極2の映像信号電極8に隣接する側が直線ではなく、他の電極と同様に折れ曲がっている以外は実施例1と同様である。

【0042】実施例1と同様に開口部25の大きさは、 $56\mu\text{m} \times 235\mu\text{m}$ となる。この場合の開口率は25.4%となり、実施例1の場合に比べて小さい。この場合、図1のように共通電極2の映像信号電極8に隣接する側を直線状に形成すると開口率を大きくすることができる。

20 【0043】図4は、折れ曲がり数と開口率の関係を示した図である。画素サイズ等は実施例1と同等であり、開口部の大きさが $77\mu\text{m} \times 235\mu\text{m}$ であり、開口部内の電極の幅は全て $6\mu\text{m}$ とした。

【0044】既述のように映像信号電極8と共通電極2の間の領域の大きさは、折れ曲がり数に対して逆比例し小さくなる。従って、折れ曲がり数が1から5まででは折れ曲がり数の増加に伴い、相対透過率が急激に上昇する。しかし、折れ曲がり部に発生するディスクリネーションによる透過率の低下は、折れ曲がり数に比例して大きくなるので、図4のように折れ曲がり数が6を越えると、逆に相対透過率が低下し、11以上になると開口率が30%以下になる。従って、折れ曲がり数としては3~11が望ましい。

【0045】〔実施例 3〕図5は本発明の電極を形成した他の実施例の液晶表示素子の単位画素の模式図である。本実施例の特徴は共通電極2同志の連結部分が、図1、3のように画素の下端ではなく、画素中央にある点にある。

40 【0046】この場合、中央の電極折れ曲がり部に発生するディスクリネーションを共通電極で遮光できる。従って、共通電極2同志の連結部分が画素の下端にある場合と比較して、高開口率が得られる。

【0047】実施例1と同様な画素サイズの構成した場合には、本実施例での開口率は33.5%となり、実施例1より開口率を約1%向上することができる。

50 【0048】〔実施例 4〕図6は本発明の電極を形成した他の実施例の液晶表示素子の単位画素の模式図である。本実施例の特徴は映像信号電極8に隣接する共通電極2の折れ曲がり部の折れ曲がり角を2種(θ_1 と θ_2)

設けたことである。

【0049】こうすることにより、折れ曲がり角が θ_2 だけの場合と比較して、電極の幅を小さくすることができる、これによって開口率を大きくすることができる。

【0050】本実施例では θ_2 が15度で、 θ_1 が3度とした。また、 θ_1 の部分と θ_2 の部分の電極の長さの比を1:1とした。その他は実施例1と同様である。この場合、開口率は37.2%となり、実施例1の場合と比較して大幅に向上することができる。

【0051】〔実施例 5〕図7は本発明の電極を形成した他の実施例の液晶表示素子の単位画素の模式図である。また、図8はその液晶表示装置の模式断面図である。本実施例の特徴は画素電極9を途中からITOにし、保護膜10の上画素電極9とITO画素電極22を配置したことである。

【0052】電極間に横方向の電界を印加した際、画素電極8の上にも多少横方向の電界が発生する。従って、該電極上の液晶も開口部と同様に上記電界によって駆動される。画素電極9を途中からITOにしたことで電極上の液晶の駆動回転による光の透過を利用でき、全体の光透過率を上げ高輝度化を実現できる。

【0053】〔実施例 6〕図9に本発明の電極を有する液晶表示素子の基板の模式正面図および模式断面図である。本実施例の特徴は、画素Bの液晶層の厚さを画素Gおよび画素Rの厚さより薄くし、画素Bの電極の折れ曲がり角 θ を画素G、Bの折れ曲がり角より小さくしたことである。実際には既述のように、各画素を透過する光の波長に合わせて各画素の透過率が最大になるようにするには、このように液晶層の厚さを制御する必要がある。

【0054】本実施例では、画素Bのリターデーションを240nm、画素G、Rのリターデーションを280nmとした。前記〔2〕式からも分かるように、液晶層の厚さが薄くなったことにより、画素Bの駆動電圧は画素G、Rの駆動電圧より高くなる。そこで図9のように画素Bの電極の折れ曲がり角 θ を小さくして、駆動電圧が低くなる。このように各画素の駆動電圧を同じにすることができる。

【0055】折れ曲がり角 θ は、直線状の電極を用いた際の電極とラビング方向とのなす角度（ラビング角度）に対応する。ラビング角度を小さくすると横電界方式でのしきい値電圧と最大透過率を示す電圧とがそれぞれ小さくなる。従って、ラビング角度を小さくすると駆動電圧が小さくなる。

【0056】この現象を利用すると、本実施例のように各画素の光透過率を最大にでき、かつ、各画素の駆動電圧を等しくできる。本実施例では画素Bの折れ曲がり角を8度とし、画素G、Rの折れ曲がり角をそれぞれ15度とした。これにより、いずれの画素の駆動電圧も、ほぼ同じにすることができた。このように各画素の駆動電

圧を同じにしたことで、各画素の透過率を最大にできるため、液晶表示装置の高輝度化を図ることができる。

【0057】〔実施例 7〕図10は本発明の液晶表示装置の全体構成図である。

【0058】実施例1の液晶表示素子のTFT基板上に垂直走査回路17、映像信号駆動回路18、共通電極駆動回路19を接続し、電源回路およびコントローラ20から走査信号電圧、映像信号電圧、タイミング信号を供給し、アクティブマトリクス駆動する。

【0059】実施例1の液晶表示素子では、上下基板のラビング方向はほぼ平行である。また、図1のラビング方向21と平行な透過軸を有する偏光板と、垂直な透過軸を有する偏光板をそれぞれ基板の外側に張り付けて使用する。このように配置することによってノーマリクローズ特性を得ることができる。

【0060】以上のような構成とすることにより、高輝度で斜め方向の色調変化および階調反転のない横電界方式の液晶表示装置を提供できる。

【0061】

【発明の効果】本発明によれば、高輝度で視野角が著しく広く、かつ、斜め方向の色調変化および階調反転のない液晶表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の電極を形成した実施例1の液晶表示素子の単位画素の模式図である。

【図2】図1の液晶表示素子の模式断面図である。

【図3】本発明の電極を形成した実施例2の液晶表示素子の単位画素の模式図である。

【図4】本発明の電極の折れ曲がり数と開口率の関係を示した図である。

【図5】本発明の電極を形成した実施例3の液晶表示素子の単位画素の模式図である。

【図6】本発明の電極を形成した実施例4の液晶表示素子の単位画素の模式図である。

【図7】本発明の電極を形成した実施例5の液晶表示素子の単位画素の模式図である。

【図8】図7の液晶表示素子の模式断面図である。

【図9】本発明の電極を有する実施例6の液晶表示素子の模式正面図および模式断面図である。

【図10】本発明の液晶表示素子を用いた液晶表示装置の全体構成図である。

【符号の説明】

1…ガラス基板、2…共通電極、3…走査信号電極、4…アルミナ膜、5…ゲート絶縁膜、6…非晶質Si(a-Si)膜、7…n型a-Si膜、8…映像信号電極、9…画素電極、10…保護膜、11…配向膜、12…液晶層、13…対向ガラス基板、14…ブラックマトリクス、15…カラーフィルタ、16…カラーフィルタ用保護膜、17…垂直走査回路、18…映像信号駆動回路、19…共通電極駆動回路、20…電源回路およびコ

ントローラ、21…ラビング方向、22…ITO画素電

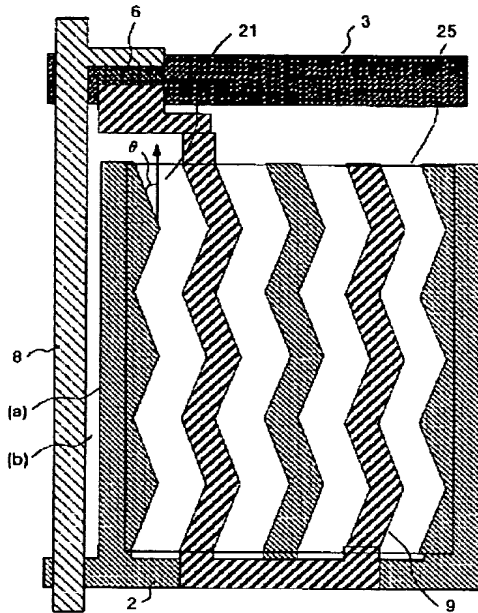
極、23…表示領域、24…電極、25…開口部。

【図1】

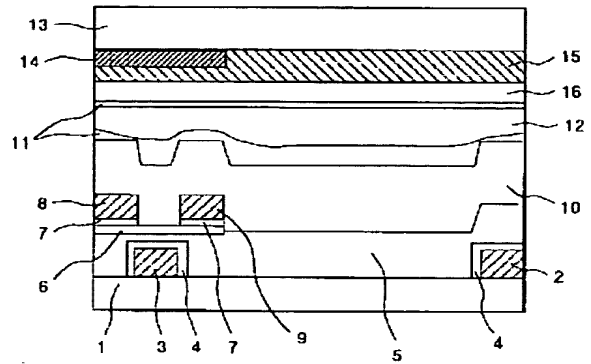
【図2】

図 1

図 2



2…共通電極 3…走査信号電極 6…非晶質Si膜 8…映像信号電極
9…画素電極 21…ラビング方向 25…開口部



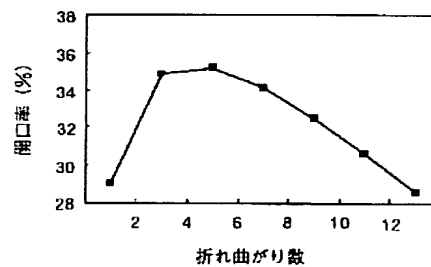
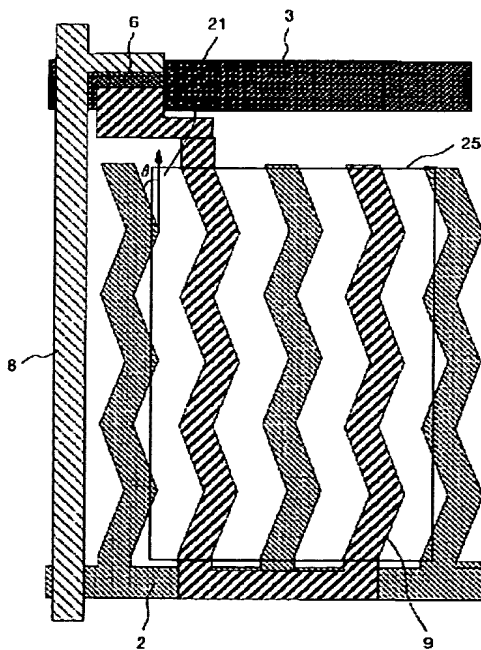
1…ガラス基板 2…共通電極 3…走査信号電極 4…アルミナ膜
5…ゲート絶縁膜 6…非晶質Si (a-Si) 膜 7…n型a-Si膜
8…映像信号電極 9…画素電極 10…保護膜 11…配向膜
12…液晶層 13…対向ガラス基板 14…ブラックマトリクス
15…カラーフィルタ 16…カラーフィルタ用保護膜

【図3】

【図4】

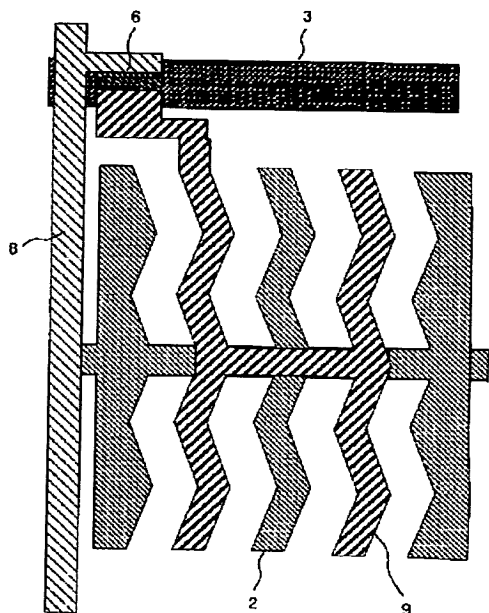
図 3

図 4



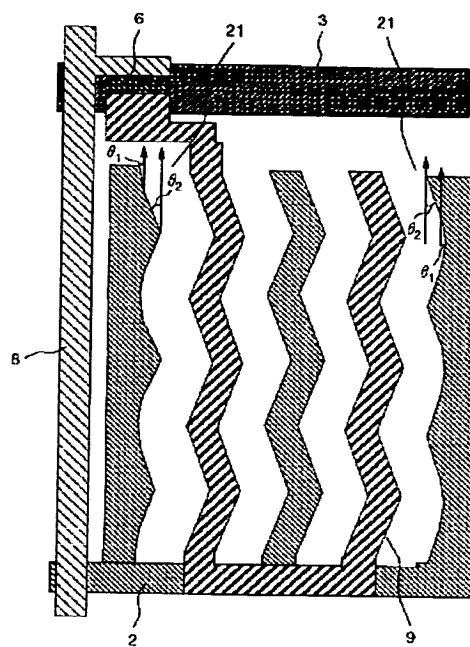
【図 5】

図 5



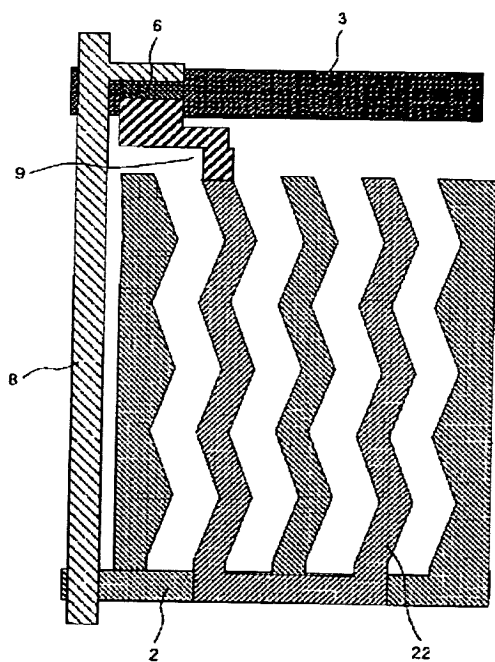
【図 6】

図 6



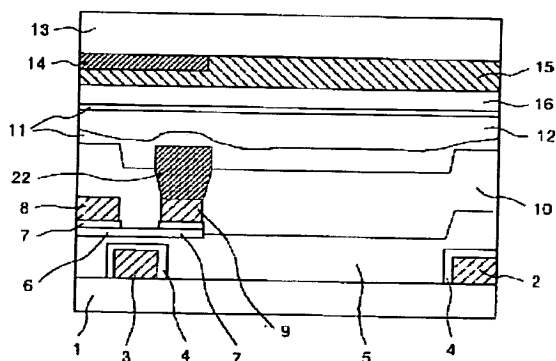
【図 7】

図 7



【図 8】

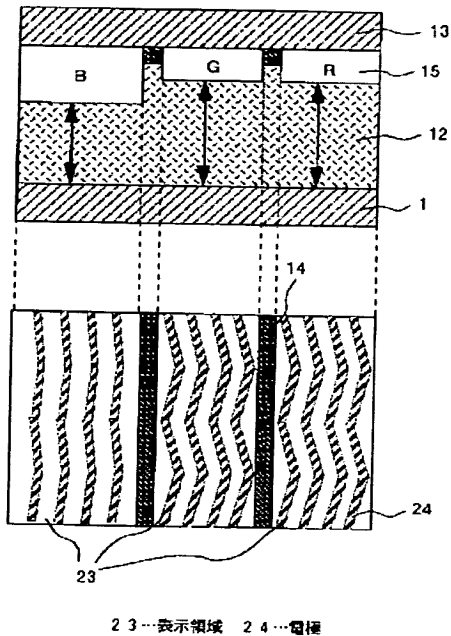
図 8



22...ITO面電極

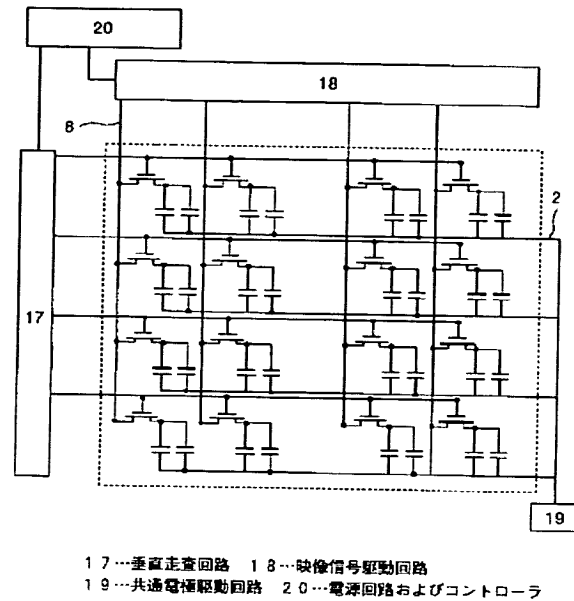
【図9】

図 9



【図10】

図 10



フロントページの続き

(72)発明者 太田 益幸
千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立
製作所電子デバイス事業部内

(72)発明者 近藤 克己
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内
(72)発明者 舟幡 一行
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株
式会社日立製作所日立研究所内